



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
**DESENVOLVIMENTO DE *Agave sisalana* Perrine SOB
DIFERENTES MANEJOS DE ADUBÇÃO E CONSÓRCIO**

ANA BEATRIZ TORRES MELO DE FREITAS

**AREIA- PB
JANEIRO DE 2018**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

**DESENVOLVIMENTO DE *Agave sisalana* Perrine SOB
DIFERENTES MANEJOS DE ADUBÇÃO E CONSÓRCIO**

ANA BEATRIZ TORRES MELO DE FREITAS
Orientanda

FÁBIO MIELEZRSKI
Orientador

ANA BEATRIZ TORRES MELO DE FREITAS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),
apresentado ao curso de Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

ORIENTADOR: Prof. Dr.: Fábio Mielezrski

**AREIA – PB
JANEIRO DE 2018**

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

F866d Freitas, Ana Beatriz Torres Melo de.

Desenvolvimento de *Agave sisalana* Perrine sob diferentes manejos de adubação e consórcio / Ana Beatriz Torres Melo de Freitas. - Areia: UFPB/CCA, 2018.

35 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

Bibliografia.

Orientador: Fábio Mielezrski.

1. Sisal – Desenvolvimento 2. Agave sisalana – Manejos de adubação 3. Phaseolus vulgaris – Consórcio I. Mielezrski, Fábio (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

ANA BEATRIZ TORRES MELO DE FREITAS

**DESENVOLVIMENTO DE *Agave sisalana* Perrine SOB
DIFERENTES MANEJOS DE ADUBÇÃO E CONSÓRCIO**

Aprovado em 31 de janeiro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Mielezrski

DFCA/CCA/UFPB

Orientador

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias

DSER/CCA/UFPB

Examinador

Ms. Francisco de Assys Romero da Mota Sousa

Doutorando em Agronomia PPGA/UFPB

Examinador

AREIA-PB
JANEIRO DE 2018

Aos meus pais Cláudia e
Osvaldo, meus avós Ivany e
Milton (*in memorian*) eu dedico
essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, por ter me guiado e me sustentado nos momentos em que eu achava que não iria conseguir e que eu me senti fraca. "Nem um mal irá resisti, os mares irão se abrir quando a boca de Deus declarar milagres neste lugar".

A **Nossa Senhora da Conceição**, a quem fui consagrada e sempre me cobriu com seu manto livrando-me do mal. A **Santo Expedito** que sempre me atendeu nos momentos de desespero e causas impossíveis.

Meus pais **Cláudia** e **Osvaldo** por terem me dado todo o suporte que eu precisei para seguir o caminho que escolhi pra minha vida. Por todas as madrugadas que eu liguei em prantos pra minha mãe querendo desistir e ela sempre com as melhores palavras de força e calma.

Aos meus avós **Ivany e Milton** (*in memorian*) que foram meus segundos pais, por todo o amor e dedicação que sempre me deram.

A **Annie**, essa compaheirona de vida que sempre segura minha mão e me dá colo nos momentos de dor, me impulsionando a crescer e transbordando minha vida de momentos maravilhosos.

A todos aqueles que me ajudaram nesse trabalho de conclusão de curso, **Cristiano** (obrigada pelas mudas e a ajuda), **Jardel** (que me ensinou muito sobre amizade, sempre muito prestativo e me estendendo a mão), **Immy** (obrigada pelos dias e dias no sol, instalando o experimento), **Flaviano**, **Joaquim Neto**, **Aelson**, **Pajé** e **Chicória**.

Ao Professor **Fábio Mielezski** por ter me dado essa oportunidade, ao **Professor Bruno de Oliveira Dias** e **Francisco de Assys Mota**, por toda a ajuda dada.

Aos meus amigos por todos os momentos agradáveis ou não, e todas as histórias que terei pra conta na minha vida **Ulisses** (*in memorian*) esse meu gêmeo, **Ingrid Duarte** (a bbzinha linda), **Jardel Souza** (o migo Jarda), **Flaviano Fernandes** (Flavis), **Arcelina Araújo** (Arce), **Anderson Rodrigo** (amiguinho), **Angelita Lima** (blogueira), **David Duarte** (ex-bbb), **Neto Ferreira** (otário), **Isadora Le Campion** (muito abusada), **Murilo Xavier** (mestre), **Beatriz Macedo** (a Beatriz errada), **Leonardo Máximo** (Leuo), **Kennedy Ribeiro** (poica albina).

Aos funcionários dessa universidade que estavam sempre dispostos a nos ajudar, **Dona Denise**, **Dona Marielza**, **Naú**, **Sr. Candinho**. E a **Evilásio** por todos os lanches fiado no momento de fome.

Aos professores em que eu tive o prazer de ser aluna, **Prof. Leossávio**, **Profa.**

Vânia, Prof. Robson Peixoto, Prof. Daniel Duarte, Profa. Lais Angélica, Profa. Elizabeth Laffayete, Prof. Chico Ninha, Prof. Rosivaldo.

Às professoras **Sirlene Alves** e **Aline Rufino** pela oportunidade de trabalhar em áreas que me proporcionaram engrandecimento pessoal e academico.

Aos amigos da turma 2012.1 **Leonardo Máximo, Allan, Carol Marques, Robevânia, Caique Palácio, Kennedy Gonzaga, Murilo Xavier, Arcelina Araújo, Rayan Reges, Michelly Fernandes, Henrique Marinho.**

Aos colegas do grupo **Retardatários da Bioquímica**, sem vocês não teria conseguido desvendar e compreender os mistérios da bioquímica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 IMPORTÂNCIA DO SISAL	15
3.2 MORFOLOGIA E FENOLOGIA	16
3.3 ECOFISIOLOGIA	17
3.4 SOLO, MANEJO E ADUBAÇÃO	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 LOCALIZAÇÃO	18
4.2 ANÁLISE DO SOLO	19
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS	19
4.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	22
4.5 AVALIAÇÕES	22
4.6 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
8. ANEXOS	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm antes da instalação do experimento	19
Tabela 2. Recomendação de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) para a cultura do sisal na região Nordeste	21
Tabela 3. Cronograma de avaliações realizadas durante o experimento	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do experimento.....	19
Figura 2. Croqui representando a disposição dos tratamentos no experimento	21
Figura 3. Média das temperaturas máximas e mínimas entre os meses de maio a dezembro de 2017 obtidas na Estação Meteorológica do CCA-UFPB	24
Figura 4. Somatório de precipitação entre os meses de maio a dezembro de 2017 obtido na estação meteorológica do CCA-UFPB	24
Figura 5. Somatório de horas de insolação entre os meses de maio a dezembro de 2017 obtido na estação meteorológica do CCA-UFPB	25
Figura 6. Crescimento da planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplântio	26
Figura 7. Números de folhas novas em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplântio	27
Figura 8. Crescimento de uma folha em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplântio	28
Figura 9. Largura de uma folha em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplântio ...	29
Figura 10. Espessura de uma folha em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplântio	30

RESUMO GERAL

O sisal (*Agave sisalana* Perrine) é uma planta oriunda do México que atualmente é cultivada em uma área extensa da região semiárida do Nordeste do Brasil, principalmente do estado da Bahia. O sisal produz fibra dura e grossa, que abastece 70% do mercado mundial, a partir de sua fibra fabrica-se barbante. O presente estudo tem como finalidade avaliar uma forma de manejo da adubação na cultura do Sisal (*Agave sisalana* Perrine), estudando o efeito da adubação química, com o uso de nitrogênio, fósforo e potássio em relação à adubação orgânica, utilizando esterco bovino, sob diferentes formas de manejo em consórcio com feijão (*Phaseolus vulgaris*), no município de Areia- PB. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Chã do Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, situada no município de Areia. Os tratamentos utilizados foram: T₁ (Sisal consorciado com o feijão e recebeu adubação orgânica), T₂ (Sisal com o feijão e recebeu adubação química), T₃ (Sisal consorciado com o feijão sem receber tipo algum de adubação), T₄ (Sisal recebeu adubação orgânica), T₅ (Sisal recebeu adubação química), T₆ (Testemunha), avaliados dos 15 aos 193 dias. As variáveis avaliadas foram taxa de crescimento de altura de planta, número de folhas novas, taxa de crescimento de altura da folha, taxa de crescimento de largura da folha, taxa de crescimento de espessura da folha. Na taxa de crescimento da planta, o sistema de adubação química consorciado sem adubação apresentaram melhor resultado; número de folhas novas o sistema de cultivo consorciado e sob adubação orgânica destacou-se dos demais; maior crescimento da folha foi observado quando aplicou-se os sistemas consorciado, com adubação orgânica ou sem adubação, e solteiro apenas quando com adubação química; o sistema de cultivo consorciado promoveu maior ganho em largura da folha que o sistema de cultivo solteiro; o sistema de adubação orgânica promoveu maior ganho em espessura da folha em ambos os sistemas consorciado e solteiro. A associação do consórcio com a adubação orgânica proporcionou um desempenho superior no desenvolvimento das plantas de sisal.

Palavras-chave: Sisal, consórcio, *Phaseolus vulgaris*, fibra.

ABSTRACT

The Sisal plant (*Agave sisalana* Perrine) is native of Mexico and is currently cultivated in an extensive area of the Semi-arid region of Northeast Brazil, mainly in the State of Bahia. The sisal produces a hard and coarse fiber, which supplies 70% of the world market, from its fiber is manufactured twines. This study aimed identify the best way of managing the fertilization in the Sisal crop (*Agave sisalana* Perrine), studying the effect of chemical fertilization, with the use of nitrogen, phosphorus and potassium in comparison to organic fertilization using bovine manure, under different management forms in a consortium with common beans (*Phaseolus vulgaris*), in the city of Areia-Paraíba, Brazil. The experiment was carried out at the Chã-de-Jardim Experimental Farm, belonging to the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba, located in the city of Areia. The treatments used were: T1 (Sisal intercropped with beans with organic fertilization), T2 (Sisal intercropped with beans and chemical fertilization), T3 (Sisal intercropped with beans with any type of fertilization), T4 (Sisal with organic fertilization), T5 (Sisal with chemical fertilization), T6 (Control), evaluated from 15 to 193 days. The evaluated variables were growth rate of plant height, number of new leaves, growth rate of leaf height, growth rate of leaf width, leaf growth rate of thickness. In the growth rate of the plant, the chemical fertilization system and intercropped without fertilization presented better results; For the number of new leaves, the intercropped system and under organic fertilization stood out from the others; Higher leaf growth was observed when the intercropped systems were used, with organic fertilization or without fertilization, and single only when chemical fertilization was applied; the intercropped systems promoted a greater gain in leaf width than the single crop system; the organic fertilization system promoted a greater gain in leaf thickness in both, the intercropped and single systems. The intercropping association with organic fertilization provided superior performance in the development of the sisal plants.

Keywords: Sisal, intercropping, *Phaseolus vulgaris*, fiber.

1. INTRODUÇÃO

O sisal (*Agave sisalana* Perrine) é uma planta oriunda do México que atualmente é cultivada em uma área extensa da região semiárida do Nordeste do Brasil, principalmente do estado da Bahia (BATISTA et al., 2010).

Devido à irregularidade das chuvas e aos baixos índices pluviométricos (abaixo de 800 mm por ano) grande parte da região nordeste enfrenta problemas relativos à falta de água, motivo desses obstáculos ao desenvolvimento das atividades agrárias e agropecuárias. (MARENGO et al., 2011). Nesse sentido, o sisal é uma planta que vem desempenhando um enorme papel atuando como uma alternativa para a sobrevivência e permanência dos nordestinos nessas áreas. Além de seu produto principal, a fibra, ALVES e SANTIAGO (2006) apontam que a bucha é utilizada para fazer cordas de segunda e manta (para proteção de encostas na agricultura) e o pó é utilizado na mistura com milho para a preparação de ração animal, ambos resultantes do batimento da fibra.

No Nordeste, a cultura é explorada com baixo índice de modernização, observando-se, atualmente, redução da área plantada e na produção. Dentre os fatores que contribuem para este declínio podem ser citados o baixo valor pago pela fibra, o reduzido índice de aproveitamento da planta (somente 3 a 5% das folhas colhidas se convertem em produto comercial), a concorrência com as fibras duras sintéticas, o elevado custo inicial para implantação e a manutenção da lavoura até o início da fase de produção e a falta de variedades mais produtivas (BRASIL, 2011)

As exportações brasileiras do complexo sisal em 2015 totalizaram US\$ 123,9 milhões de dólares. É o maior volume de divisas do complexo desde 1980 – início da série. Tais receitas são 7% superiores as obtidas em 2014, que foram de US\$ 115,6 milhões. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de sisal. Estima-se que 80% da produção brasileira de sisal destinam-se ao mercado externo (NAVES, 2016)

Diante dessa conjuntura, faz-se necessário melhorar as pesquisas voltadas para a cultura, para determinar as formas de manejo adequadas na região Nordeste, tendo como finalidade a sua expansão. Sendo uma grande alternativa para o semiárido, região que necessita de incentivos para o uso das tecnologias aplicadas ao manejo para essa cultura.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar a forma de manejo a ser utilizado no crescimento inicial em plantas de Sisal (*Agave sisalana* Perrine), estudando o efeito da adubação química, com o uso de nitrogênio, fósforo e potássio em relação à adubação orgânica, utilizando esterco bovino, sob diferentes formas de manejo sob consórcio com feijão (*Phaseolus vulgaris*), no município de Areia- PB.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o efeito das formas de adubação (química e orgânica), no crescimento inicial da cultura do Sisal (*Agave sisalana* Perrine), sob diferentes formas de manejo;
- Observar o desenvolvimento fisiológico inicial da planta em relação ao seu cultivo na região do Brejo Paraibano, sob diferentes formas de manejo, tanto na adubação como no cultivo;
- Recomendar a melhor forma de manejo inicial que deve ser aplicado, à cultura do Sisal, no Brejo Paraibano.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância do Sisal (*Agave sisalana* Perrine)

O sisal produz fibra dura e grossa, que abastece 70% do mercado mundial, a partir de sua fibra fabrica-se barbante. A seiva de suas folhas contém hecogenina, utilizada na síntese da droga cortisona. Os resíduos do desfibramento podem produzir pectato de sódio e cera, já o pendão floral é bastante utilizado na construção de cercas (ALVARENGA JÚNIOR, 2012).

Depois de separada da bucha, a mucilagem de sisal pode ser utilizada na alimentação animal in natura, na forma de feno e silagem, devendo ser oferecida enriquecida de nitrogênio e enxofre. Além disso, recomenda-se incrementar com

outros alimentos que possam aumentar sua palatabilidade (SUINAGA, SILVA e COUTINHO, 2006)

O Território do Sisal é constituído por 20 municípios, habitado por 582.329 pessoas e uma extensão territorial de 20.154 Km², o correspondente a 3,5% do estado da Bahia (OLIVEIRA et al., 2011). A região é tida como a mais pobre do Estado da Bahia, cujo IDH médio é de 0,589, e que tem no sisal, uma das únicas culturas possíveis, e é a maior geradora de empregos e renda na região (NAVES, 2016)

O sisal, o ouro verde do sertão, é uma planta excepcional por sua capacidade de adaptação ao semiárido baiano, ele cria e recria possibilidades de renda e pode ser motor de desenvolvimento econômico e social; a planta continua sendo subutilizada, o que demonstra sua capacidade de geração de riqueza (SANTOS e SILVA, 2017).

A produção do sisal está concentrado no estado da Bahia, responsável por 95,8% de sua área cultivada no território brasileiro, os 4,2% restantes estão localizados na Paraíba (3,5%), Ceará (0,4%) e Rio Grande do Norte (0,3%) (NAVES, 2013).

A Paraíba já foi o maior produtor brasileiro de sisal nos anos 1970, perdendo na década de 1990, para o estado da Bahia e ocupando, a partir de então, a segunda colocação (ALVES e SANTIAGO, 2006). Cidades produtoras de sisal na Paraíba totalizam 27, sendo Picuí, Barra de Santa Rosa, Casserengue, Remígio e Pocinhos as cidades que lideram a produção dessa cultura (IBGE 2006).

3.2 Morfologia e Fenologia

O sisal pertence à classe monocotiledônia, série *Liliflorea*, família *Agavaceae*, gênero *Agave*, subgênero *Euagave*. A morfologia da planta é simples, não havendo muita variação em suas partes constitutivas dada a sua reprodução assexuada. Seu sistema radicular é fibroso, fasciculado, emergindo da base do pseudocaule, apresentando dois tipos de raiz, as fixadoras e as alimentadoras. Trata-se de uma planta acaulescente, apresentando um pseudocaule onde estão inseridas as folhas e o broto terminal. Suas folhas tem formato linear lanceolada, séssil, rígida e de cor verde escuro, sua inserção no pseudocaule ocorre em forma de espiral formando

rosetas. As folhas mais novas apresentam-se verticalmente, a medida que vão amadurecendo lateralizam-se. É possível realizar o primeiro corte aproximadamente aos 36 meses após o plantio, podendo-se colher de 50 a 60 folhas, das quais 30 a 40% são curtas e impróprias para a cordoaria. Nas colheitas subsequentes, são retiradas cerca de 30 folhas, o ciclo da planta dura em média 8 a 10 anos (SILVA et al., 2008).

3.3 Ecofisiologia

Regiões mais quentes tendem a favorecer a produção dessa cultura, onde é necessário que durante o período de desenvolvimento os dias sejam completamente ensolarados, diferindo, as folhas apresentar-se-ão flácidas, resultando em uma fibra de qualidade não tão alta. Tornando assim, o nordeste brasileiro um local muito próspero para o cultivo do sisal, visto que apresenta uma temperatura média anual por volta de 30°C, pluviosidade mantendo-se entre 400 e 700 mm/ano e a umidade em torno de 60% (SILVA et al., 2008).

Área com alta precipitação pode tornar-se um problema, devido à infestação de plantas daninhas. Além disso, chuvas excessivas causam retardamento no desenvolvimento da planta (DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES, 2015)

3.4 Solo, manejo e adubação

O sisal tende a desenvolver-se melhor em solos arenosos, permeáveis, de média fertilidade e relativamente profundos, devendo ser evitado áreas que apresentem solos compactados e encharcados. Ideal que a área escolhida contenha elevações suaves, evitando terrenos de forte inclinação (SILVA et al., 2008).

A cultura possui uma implantação simples, devido às suas características, busca-se exposição leste-oeste já que a luminosidade gera efeitos positivos em seu desenvolvimento (SUINAGA, SILVA e COUTINHO, 2006).

Para o preparo do solo, realiza-se o processo de aração com arado de discos, complementando com a gradagem com grade leve. Recomenda-se a prática de

ações conservacionista, a fim de evitar a degradação do solo, principalmente no primeiro ano de instalação da cultura (SILVA et al., 2008).

Medina (1948) verificou que os espaçamentos de 1,2 x 2,0, 1,20 x 2,40 e 1,50 x 2,0 metros, prolongam o ciclo vegetativo do sisal, já os espaçamentos maiores tendem a diminuir consideravelmente o ciclo de vida da planta.

Para a região Nordeste, recomenda-se uma dosagem de nitrogênio de 20 kg/ha no plantio das mudas, e 40 kg/ha no início da estação chuvosa no ano seguinte, recomendando-se também a manutenção de 40kg/ha/ano. Para fósforo e potássio recomenda-se realizar a análise do solo, e escolher a dosagem ideal, de acordo com a recomendação feita por Malavolta em 1996, a necessidade de fósforo varia entre 30-70 kg/ha de adubação na base e o potássio variando 15-25 kg/ha na base e na cobertura (SILVA et al., 2008).

Salgado (1982) testou a omissão de nutrientes em sisal, comparando as plantas em que foi fornecida solução nutritiva completa com aquelas em que há ausência de algum macronutriente. No que se diz respeito à altura de planta, aquelas que não receberam nitrogênio e fósforo, obtiveram uma altura inferior às que dispuseram da solução completa em 51 e 48% respectivamente. Quanto ao número de folha, comparando os mesmos macronutrientes o déficit foi de 52 e 30% respectivamente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização

A área da pesquisa está localizada na Fazenda Experimental Chã do Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, situada no município de Areia na Microrregião do Brejo Paraibano, com coordenadas geográficas 6°58'11" S 35°44'00" W a 623m de altitude. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido) com chuvas de outono-inverno, com período de estiagem de 5 a 6 meses.



Figura 1. Localização do experimento na fazenda experimental Chã do Jardim

4.2 Análise do Solo

O solo da área experimental foi coletado e em seguida classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006), sendo encaminhado para uma análise química desenvolvida no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo pertencente ao Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Tabela 1. Características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm antes da instalação do experimento.

pH	Pmg dm ⁻³	Kmg dm ⁻³	Namg dm ⁻³	H + Almg dm ⁻³	Alcmolc dm ⁻³	Camg dm ⁻³	Mgmg dm ⁻³	CTCcmolc dm ⁻³	MOg Kg ⁻¹
4,8	2,4	28,4	0,05	5,49	0,1	0,81	0,3	6,3	36,72

4.3 Caracterização dos tratamentos

A área experimental corresponde a 1050 m² (35x30m), o experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, sob esquema fatorial 2x3, sendo dois sistemas de cultivo (solteiro ou consorciado com feijão) e três manejos de adubação (orgânico, mineral e sem adubação), o mesmo é composto por seis

tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas, cada uma com área de 25 m² (5x5m). Cada parcela contém quatro linhas, cada uma com quatro plantas, totalizando 16 plantas por parcela. O espaçamento entre plantas é de 1m, definido com base na recomendação da EMATER-PB (1984), para os municípios do estado da Paraíba.

Os tratamentos utilizados foram:

- T₁: Sisal (*Agave sisalana* Perrine) consorciado com o feijão (*Phaseolus vulgaris*) + adubação orgânica (esterco bovino);
- T₂: Sisal (*Agave sisalana* Perrine) consorciado com o feijão (*Phaseolus vulgaris*) + adubação química (NPK);
- T₃: Sisal (*Agave sisalana* Perrine) consorciado com o feijão (*Phaseolus vulgaris*), adubação;
- T₄: Sisal (*Agave sisalana* Perrine) com adubação orgânica;
- T₅: Sisal (*Agave sisalana* Perrine) com adubação química;
- T₆: Testemunha (o sisal transplantado em fileira única, sem receber adubação).

T ₁ R ₁	T ₂ R ₂	T ₃ R ₃	T ₅ R ₄
T ₂ R ₁	T ₃ R ₂	T ₄ R ₃	T ₆ R ₄
T ₃ R ₁	T ₄ R ₂	T ₅ R ₃	T ₂ R ₄
T ₄ R ₁	T ₅ R ₂	T ₆ R ₃	T ₁ R ₄
T ₅ R ₁	T ₆ R ₂	T ₁ R ₃	T ₃ R ₄

T ₆ R ₁	T ₁ R ₂	T ₂ R ₃	T ₄ R ₄
BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	BLOCO IV

Figura 2. Croqui representando a distribuição dos tratamentos no experimento.

A dosagem da adubação química foi definida através da recomendação determinada por Malavolta (1996) (Tabela 2).

Tabela 2. Recomendação de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) para a cultura do sisal na região Nordeste.

Nutriente	Adubação de base	Adubação de cobertura
	kg.ha ⁻¹ de N	
Nitrogênio	20	40
Fósforo (mg/dm ³)	kg.ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	
<6	70	-
7-13	50	-
14-20	30	-
Potássio	kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	
<30	35	35
31-60	25	25
61-90	15	15

Fonte: Silva et al., 2008

De acordo com a dosagem recomendada, associando-se com a análise química realizada no solo, os tratamentos T₂ e T₅ receberam 20 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, antes do transplântio e 40 kg.ha⁻¹ na cobertura; 70 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ no transplântio e 35 kg.ha⁻¹ de K₂O antes do transplântio.

Quanto à adubação orgânica, utilizando esterco bovino presente nos tratamentos T₁ e T₂, não há estudos que recomendem uma quantidade a ser utilizada na cultura do sisal, onde foi utilizado a dosagem de 20 t.ha⁻¹, dosagem geralmente recomendada para outras grandes culturas.

4.5 Instalação do experimento

As mudas de sisal foram adquiridas no município Pocinhos, através de doação de um produtor da região. A área utilizada para o cultivo encontrava-se inativada, onde a mesma continha inúmeras plantas invasoras. Para preparar a área, foi inicialmente realizada a limpeza, com trator, em seguida a gradagem e abertura dos sulcos para realização do transplântio.

O transplântio foi realizado aos vinte e oito dias do mês de maio do ano de 2017, onde logo após foi realizada a adubação nas plantas pertencentes aos tratamentos T₁, T₂, T₄ e T₅. O feijão (*Phaseolus vulgaris*) que participou em forma de consórcio com o sisal foi semeado na semana seguinte ao transplântio do sisal, onde foram semeadas duas linhas de feijão, entre cada linha de sisal com população de 250 mil plantas por hectare.

4.6 Avaliações

Foram avaliadas quatro plantas por parcela, eliminando-se as bordaduras utilizando as plantas centrais. As avaliações foram em um total de cinco, a primeira denominada avaliação inicial, foi realizada quinze dias após o transplântio a segunda avaliação um mês e quinze dias após a primeira, a terceira, quarta e quinta avaliação aconteceram um mês e quinze dias após a anterior (Tabela 3).

Tabela 3. Cronograma de avaliações realizadas durante o experimento.

Avaliação	Tempo após o transplântio
1ª avaliação- avaliação inicial (11/06/2017)	15 dias
2ª avaliação (26/07/2017)	58 dias
3ª avaliação (10/09/2017)	103 dias
4ª avaliação (25/10/2017)	147 dias
5ª avaliação (11/12/2017)	193 dias

As variáveis utilizadas para avaliar as plantas foram altura de planta, número de folhas, altura de uma determinada folha, largura dessa folha e sua espessura.

Cada planta utilizada na avaliação foi identificada com o uso de uma fita, em uma das folhas, para acompanhar seu crescimento. Por ter sido trabalhado com mudas, os dados foram calculados através de taxa de crescimento, comparando os valores obtidos em todas as avaliações.

- Taxa de crescimento de altura de planta: para calcular essa taxa, a planta foi medida com fita métrica do início de seu pseudocaule.
- Número de folhas novas: foram contadas o número de folhas da planta.
- Taxa de crescimento de altura da folha: a folha escolhida foi demarcada com uma fita, sua medida com fita métrica iniciava-se na sua inserção ao pseudocaule.
- Taxa de crescimento de largura da folha: a folha demarcada foi medida com fita métrica em seu centro.
- Taxa de crescimento de espessura da folha: a folha demarcada foi medida com o auxílio do paquímetro à mesma altura da medida da largura.

4.7 Delineamento experimental

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de regressão polinomial para os diferentes dias de avaliação, testando-se modelos de até segundo grau e admitindo-se coeficiente de determinação a partir de 70%, com significância do modelo em até 5%. Utilizou-se o software SAS 9.3 (2011) para as análises.

As causas de variação na ANOVA com efeito significativo pelo Teste F em até 5% de probabilidade, para o desempenho de plantas de sisal sob sistema de cultivo solteiro ou consorciado com feijão, sob manejo de adubação orgânica, química ou sem adubação durante 150 dias após o transplante, estão representadas seguidas de asteriscos nas figuras de cada variável dependente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura durante o período de experimento manteve-se entre 19-30°C (Figura 3), excelente para o cultivo do sisal, já que BRASIL (2011) aponta que o clima ideal para o crescimento e desenvolvimento do sisal é o quente, com temperatura média anual entre 20-28°C.

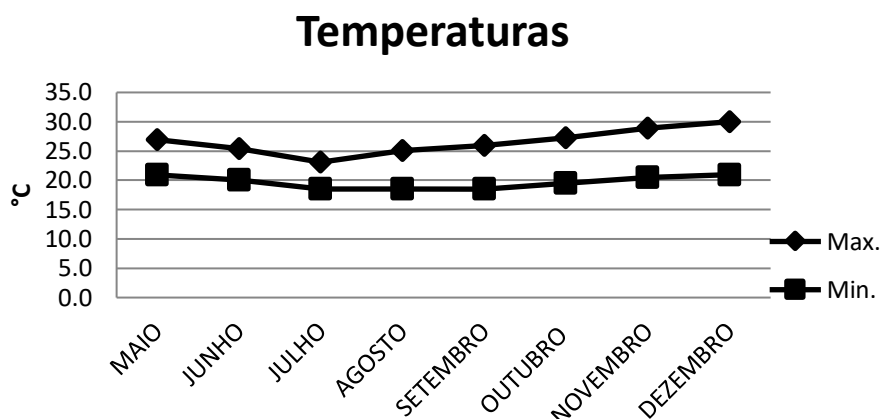


Figura 3. Média das temperaturas máximas e mínimas entre os meses de maio a dezembro de 2017 obtidas na Estação Meteorológica do CCA-UFPB

A pluviosidade manteve-se dentro do necessário para um bom desenvolvimento do sisal (Figura 4), já que o sisal necessita de no mínimo 400 mm de precipitação pluvial por ano, desenvolvendo-se bem em regiões com média superior a 1000 mm/ano (AMORIM NETO e BELTRÃO).



Figura 4. Somatório de precipitação obtido entre os meses de maio a dezembro de 2017 na Estação Meteorológica do CCA-UFPB

Quanto à insolação, sua taxa foi considerada boa a partir do mês de agosto, quando houveram mais horas de sol (Figura 5), que se faz necessário no período de produção de folhas. Silva, et al.(2008) diz que durante o seu desenvolvimento, se os dias não forem completamente ensolarados, as folhas tornam-se flácidas, diminuindo o vigor e enfraquecendo as fibras.

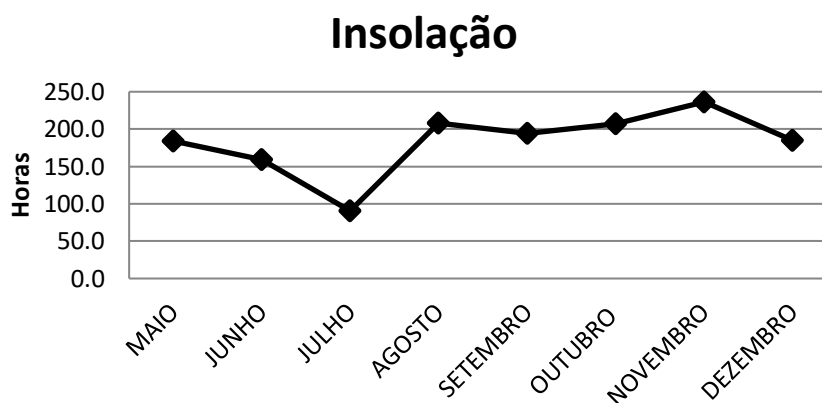


Figura 5. Somatório de horas de insolação entre os meses de maio a dezembro de 2017 obtidas na Estação Meteorológica do CCA-UFPB

Plantas de sisal em ambos os cultivos solteiro e consorciado com feijão, sob adubação orgânica, química ou sem adubação cresceram linearmente entre os 15 até 150 dias após o transplante, destacando-se principalmente o sistema de adubação química (CAQ e SAQ) e consorciado sem adubação (CSA) nos últimos dias de avaliação (Figura 6). De acordo com Taiz e Zeiger (2013), o alongamento celular e o desenvolvimento/crescimento (da germinação a senescência) das plantas é regulado principalmente pelas auxinas, mas este hormônio tem sua ação fortemente regulada quando as plantas estão adequadamente nutridas. Trabalhos recentes demonstram que as auxinas atuam juntamente com o etileno e as espécies reativas de oxigênio em vias de sinalização que respondem a deficiência de nutrientes como potássio, fósforo, enxofre, ferro (GARCÍA et al., 2015) e boro (CAMACHO-CRISTÓBAL et al., 2015) e o bom desempenho das plantas demanda todos esses nutrientes em níveis específicos para cada espécie. Dessa forma, a adubação química demonstrou suprir melhor as demandas da cultura do sisal, a curto prazo, promovendo maior crescimento das folhas em relação as plantas do

cultivo orgânico. Sendo muito importante já que a fase inicial da planta é aquela em que ocorre a adaptação ao ambiente e às condições nutritivas necessárias.

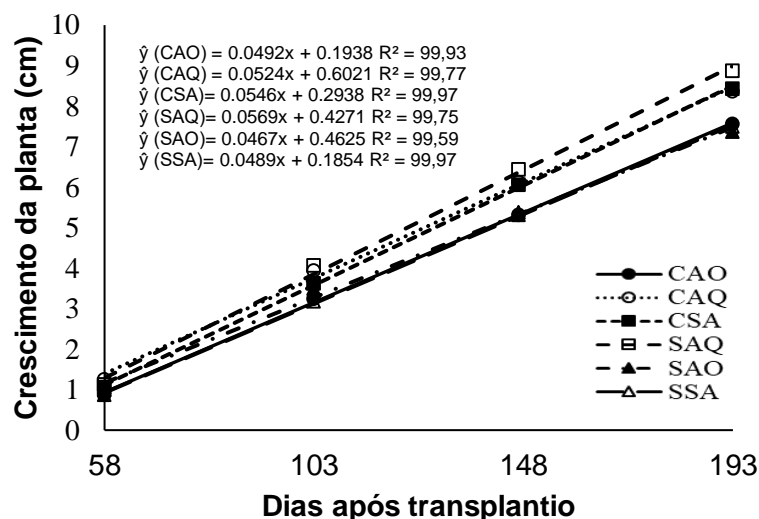


Figura 6. Crescimento da planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplantio. MA (manejo de adubação); SC (sistema de cultivo); *significativo em até 5%; **significativo em até 1%; causas de variação que não aparecem foram não significativas em até 5% pelo Teste F. CAO (Consortiado + Adubação Orgânica); CAQ (Consortiado + Adubação Química); CSA (Consortiado + Sem Adubação); SAO (Solteiro + Adubação Orgânica); SAQ (Solteiro + Adubação Química); SSA (Solteiro + Sem Adubação).

O ganho em número de folhas novas para plantas de sisal foi linear entre os 15 e 150 dias após o transplantio para os diferentes sistemas de cultivo e adubação (Figura 7). Observou-se ainda efeito significativo para os diferentes manejos de adubação e para a interação manejo de adubação (MA)/sistemas de cultivo (SC). Nesse contexto, o sistema de cultivo consorciado e sob adubação orgânica (CAO) destacou-se dos demais por proporcionar maior número de folhas novas em plantas de sisal. O esterco bovino é um composto orgânico de rápida taxa de degradação, quando comparado a outros compostos orgânicos, com consequente liberação dos nutrientes para as plantas (SOUTO et al., 2005), além de melhorar as propriedades físicas do solo (MARSCHNER, 2012) o que possivelmente contribui para maior ganho em número de folhas pela cultura do sisal.

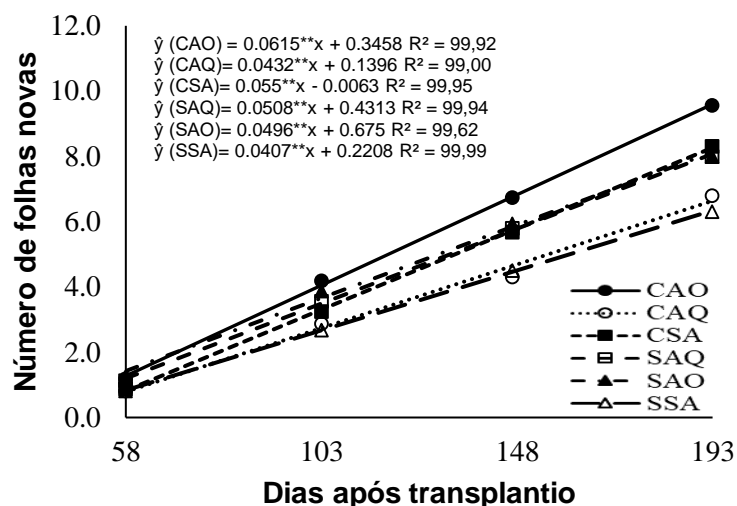


Figura 7. Número de folhas novas em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplântio. MA (manejo de adubação); SC (sistema de cultivo); *significativo em até 5%; **significativo em até 1%; causas de variação que não aparecem foram não significativas em até 5% pelo Teste F. CAO (Consoiciado + Adubação Orgânica); CAQ (Consoiciado + Adubação Química); CSA (Consoiciado + Sem Adubação);SAO (Solteiro + Adubação Orgânica); SAQ (Solteiro + Adubação Química); SSA (Solteiro + Sem Adubação).

O crescimento de uma folha das plantas de sisal foi linear em função do tempo sendo influenciado pelo fator manejo de adubação no sistema de cultivo (Figura 8). O maior crescimento da folha foi observado quando aplicou-se os sistemas Consoiciado com Adubação Orgânica (CAO) ou Sem Adubação (CSA), e Solteiro apenas quando com Adubação Química (SAQ), em relação aos demais sistemas de cultivo que obtiveram os menores resultados. As folhas correspondentes a esses tratamentos obtiveram um aumento em seu crescimento após os 50 dias de transplântio, nos meses de agosto a dezembro, período em que apresentaram as maiores taxas de insolação no município de Areia, o que pode ter favorecido o crescimento das folhas de sisal, se os dias não forem completamente ensolarados, as folhas tornam-se flácidas, diminuindo o vigor enfraquecendo as fibras (SILVA, 2008).

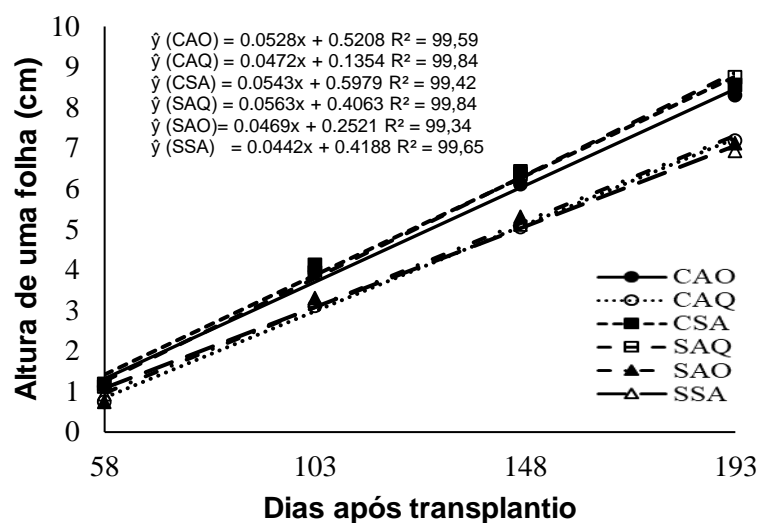


Figura 8. Altura de uma folha em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplante. MA (manejo de adubação); SC (sistema de cultivo); *significativo em até 5%; **significativo em até 1%; causas de variação que não aparecem foram não significativas em até 5% pelo Teste F. CAO (Consortado + Adubação Orgânica); CAQ (Consortado + Adubação Química); CSA (Consortado + Sem Adubação); SAO (Solteiro + Adubação Orgânica); SAQ (Solteiro + Adubação Química); SSA (Solteiro + Sem Adubação).

Independentemente do sistema de adubação, o consórcio influenciou a largura da folha das plantas de sisal dos 15 até os 150 dias após transplante (Figura 9). De maneira geral, o sistema de cultivo consorciado promoveu maior ganho em largura da folha que o sistema de cultivo solteiro. O feijão, espécie consorciada, funciona como adubação verde, já que as leguminosas fixam nitrogênio e geram uma biomassa rica (EMBRAPA, 2005). Castro et al., (2000) verificou que a produção de matéria seca das plantas usadas na adubação verde e na cobertura do solo, antes do plantio da berinjela, variou de 4,5 a 6,5 mg.ha⁻¹, o que representou um acúmulo de 51 a 126 kg.ha⁻¹ de N. O ganho em largura da folha foi sempre linear em todos os sistemas de cultivo e não foi influenciado pela adubação.

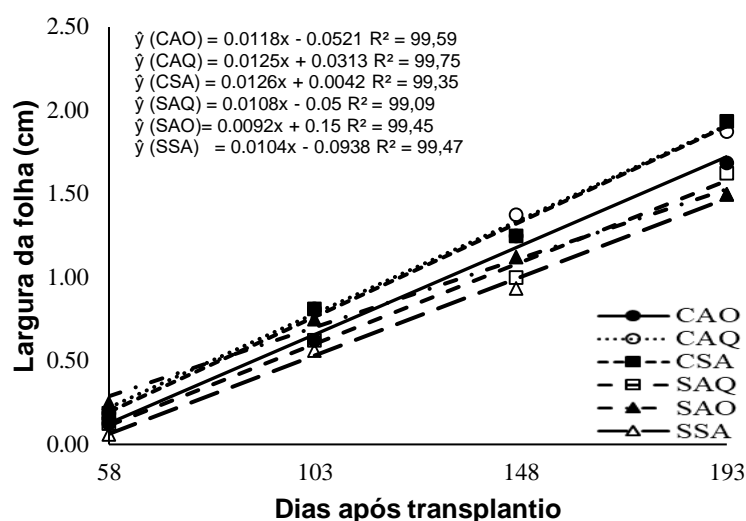


Figura 9. Largura de uma folha em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e química durante 150 dias após transplante. MA (manejo de adubação); SC (sistema de cultivo); *significativo em até 5%; **significativo em até 1%; causas de variação que não aparecem foram não significativas em até 5% pelo Teste F. CAO (Consortiado + Adubação Orgânica); CAQ (Consortiado + Adubação Química); CSA (Consortiado + Sem Adubação);SAO (Solteiro + Adubação Orgânica); SAQ (Solteiro + Adubação Química); SSA (Solteiro + Sem Adubação).

A espessura da folha foi influenciada pelo sistema de cultivo isoladamente, mas também pelo manejo de adubação (Figura 10). O sistema de Adubação Orgânica promoveu maior ganho em espessura da folha em ambos os sistemas Consortiado (CAO) e Solteiro (SAO). A aplicação de esterco proporciona aumento significativo no pH e nos teores de todos os elementos na camada de 0–20 cm. Onde a repetitiva adubação com o esterco, vai potencializar a presença desses nutrientes. (GALVÃO, SALCEDO e OLIVEIRA, 2008) Essa disponibilização de nutrientes, no crescimento inicial, proporciona uma maior disponibilidade de potássio, influenciando na produção de massa verde da planta nos primeiros meses de cultivo.

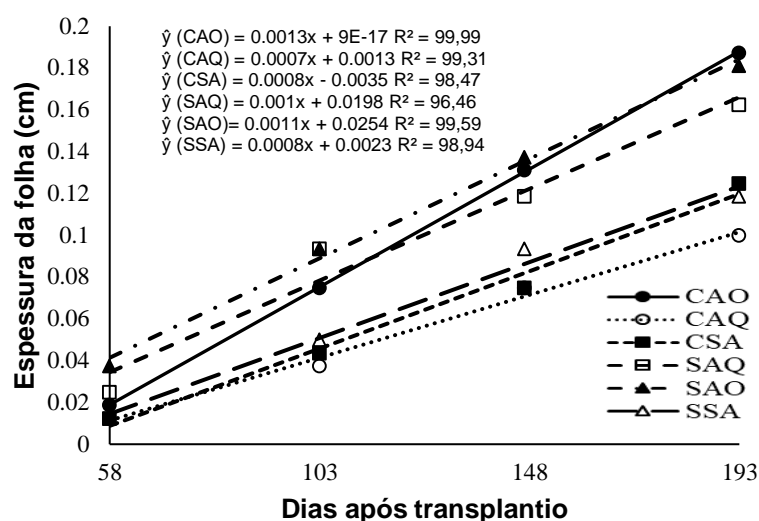


Figura 10. Espessura de uma folha em planta de sisal em cultivo solteiro e consorciado com feijão sob adubação orgânica e convencional durante 150 dias após transplante. MA (manejo de adubação); SC (sistema de cultivo); *significativo em até 5%; **significativo em até 1%; causas de variação que não aparecem foram não significativas em até 5% pelo Teste F. CAO (Consortado + Adubação Orgânica); CAQ (Consortado + Adubação Química); CSA (Consortado + Sem Adubação);SAO (Solteiro + Adubação Orgânica); SAQ (Solteiro + Adubação Química); SSA (Solteiro + Sem Adubação).

Avaliando em conjunto, observa-se que o desenvolvimento inicial das plantas de sisal em cultivo solteiro ou consorciado, sob adubação orgânica, química e sem adubação, foi sempre linear para o período de 15 até 193 dias após o transplante, indicando que as plantas continuam com desenvolvimento contínuo diário e é necessário um maior período de avaliação para observar de forma mais adequada todos os efeitos dos fatores em estudo, bem como entender o padrão de crescimento dessa cultura nestas condições de cultivo, por se tratar de uma cultura com ciclo de vida longo e que varia muito em decorrência de diferentes condições edafoclimáticas e de manejo (MEDINA, 1951). Por sua vez, o sistema de cultivo consorciado com o feijão promove um bom desempenho da cultura principalmente se combinado com sistema de adubação orgânica, apresentando bom desenvolvimento inicial das plantas de sisal durante os primeiros meses no campo de produção, sendo a forma de manejo o elemento chave, para o bom desempenho da planta e melhor acúmulo de massa em virtude de obter o produto final que é a folha, nos primeiros meses.

6. CONCLUSÃO

A associação do consórcio com feijão e a adubação orgânica proporcionou desempenho superior no desenvolvimento inicial das plantas de sisal.

A adubação orgânica é uma alternativa importante para o produtor, pois geralmente é de baixo custo e não afeta o meio ambiente.

Sendo uma cultura muito utilizada em locais de estresse hídrico, a adubação orgânica e o consócio são alternativas importantes para o desenvolvimento inicial do sisal.

A adubação química apresentou bons resultados no desenvolvimento de plantas de sisal, devido à sua rápida disponibilização no solo.

O cultivo consorciado com o feijão proporciona ao produtor maior aproveitamento da área e maior disponibilidade de nutrientes, no crescimento inicial da planta, sendo esse sistema o que obteve melhor desempenho neste trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA JÚNIOR, E. R. **Dossiê Técnico** (Cultivo e aproveitamento do sisal). Fundação Centro Tecnológico Minas Gerais, 2012.
- ALVES, M. O.; SANTIAGO, E. G. Tecnologia e Relações Sociais de Produção no Setor Sisaleiro Nordestino. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, 2006.
- AMORIM NETO, M. S.; BELTRÃO, N. E. M. **Árvore do Conhecimento Sisal**. Campina Grande-PB: Embrapa Algodão.
- BATISTA, D. C.; SILVA, F. M. ; SOUZA, W. C. O. ; BARBOSA, M. A. G. ; Costa, V. S. O. ; BRANDÃO, W. N. ; TERAPO, D. . Manejo da podridão vermelha do tronco do sisal. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2010 (**Circular Técnica 92**)
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Gestão de Risco Rural. **Portaria nº 326**, de 17 de agosto de 2011. Aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de sisal no Estado da Bahia. 2011.
- CAMACHO-CRISTÓBAL, J. J., MARTÍN-REJANO, E. M., HERRERA-RODRÍGUEZ, M. B., NAVARRO-GOCHICOA, M. T., REXACH, J., & GONZÁLEZ-FONTES, A. Boron deficiency inhibits root cell elongation via an ethylene/auxin/ROS-dependent pathway in Arabidopsis seedlings. **Journal of experimental botany**, p. 186, 2015.
- CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.779-785. 2004
- DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES. **Sisal, Production Guideline**. Republic of South Africa, 2015. Disponível em: <<http://www.daff.gov.za/Daffweb3/Portals/0/Brochures%20and%20Production%20guidelines/Sisal%20Production%20Guideline.pdf>> Acesso em 03 de janeiro de 2018.
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de produção de sisal para as microrregiões do curimatá, seridó paraibano e cariris velhos - PB. João Pessoa, 1984. (**Sistema de Produção**)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Adubação verde como leguminosa. Sede, Brasília. 2005 (**Soluções tecnológicas**)

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro, 2006.

GARCÍA, M. J., ROMERA, F. J., LUCENA, C., ALCÁNTARA, E., & PÉREZ-VICENTE, R. Ethylene and the regulation of physiological and morphological responses to nutrient deficiencies. **Plant physiology**, v. 169, n. 1, p. 51-60, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal, Lavoura Permanente, Sisal**, 2006. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/3BT08>> Acesso em 12 de dezembro de 2017.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos Hídricos e, Regiões Áridas e SemiÁridas**. Campina Grande, PB: INSA, 2011, p. 383-416

MARSCHNER, H., 2012. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd Edition. Academic Press: London, England.

MEDINA, J. C. A experimentação do Sisal. **Bragantia**, Campinas, v. 8, p. 91-108, 1948.

MEDINA, J. C. A influência do espaçamento sobre o ciclo vegetativo do sisal. **Bragantia**, v. 6, n. 3, p. 111-117, 1946.

MEDINA, J. C. Efeito da frequência e severidade de corte das folhas sobre a duração de vida do sisal. **Bragantia**, v. 11, n. 1-3, p. 19-22, 1951.

NAVES, I. M. **Safra 2012/2013 : comercialização - proposta de ações**. Conab- Companhia Nacional de Abastecimento, 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 20 de novembro de 2017

NAVES, I. M. **Sisal 2015 : Retrospectiva**. Conab- Companhia Nacional de Abastecimento, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 12 de setembro de 2017.

OLIVEIRA, I. F.; SANTOS, R. A.; VELLOSO, T. R.; TORRES FILHO, P.; SILVA, I. A. O.; CUNHA, M. E. G. S. **RELATÓRIO ANALÍTICO**: Projeto Gestão de Territórios Rurais CNPq/MDA/SDT Nº 05/2009. 2011

SALGADO, A. L. B.; AZZINI, A.; FEITOSA, C. T.; Efeito da omissão de macronutrientes em sisal. **Bragantia**, Campinas, v. 41, p. 125-134, 1982.

SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. da. . **SISAL NA BAHIA - BRASIL**. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, e16029, 2017.

SILVA, O. R. R. F.; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V.; SOFIATTI, V.; SILVA FILHO, J. L. ; CARVALHO, O. S.; COSTA, L. B. Cultivo do sisal noNordeste brasileiro. Campina Grande- PB: Embrapa Algodão, 2008 (**Circular Técnica 123**).

SOUTO, P. C., SOUTO, J. S., SANTOS, R. V., ARAÚJO, G. T., & SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 125-130, 2005.

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F.; COUTINHO, W. M. Cultivo de Sisal na Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro. **Embrapa**, Sistemas de Produção. Campina Grande, PB, 2006.

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F.; COUTINHO, W. M. Sisal: Recomendações Técnicas. Campina Grande-PB: Embrapa Algodão, 2006

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5th ed (Porto Alegre: Artmed). 2013.

8. ANEXOS



Anexo A- Experimento instalado